

IMAGE ENCODER

Publication number: JP2200082

Publication date: 1990-08-08

Inventor: IZAWA YUJI; TAKIZAWA MASAOKI; KIMURA JUNICHI

Applicant: HITACHI LTD

Classification:

- international: H04N7/30; H04N7/30; (IPC1-7): H04N7/133

- European:

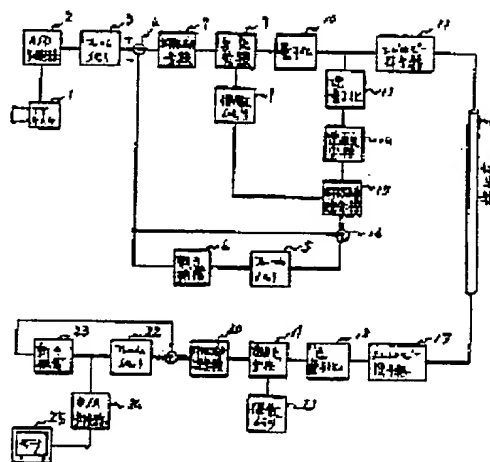
Application number: JP19890017608 19890130

Priority number(s): JP19890017608 19890130

Report a data error here

Abstract of JP2200082

PURPOSE: To improve the encoding efficiency by using correlation remaining between the transform coefficients of blocks which belong to a macro block. **CONSTITUTION:** Symmetric components of even/even, even/odd, odd/even, and odd/odd in horizontal and vertical directions are found from the signal of the macro block, and different linear transformation corresponding to those components, for example, discrete cosine transformation on the even symmetric component, discrete sine transformation on the odd symmetric component are performed. In other words, the content of a memory is segmented setting the macro block consisting of $(2N \times 2N)$ picture elements as a unit, and difference with the macro block nearer to the content of a transmitted frame is calculated by a subtractor 4. The output of the subtractor 4 is transformed to four components based on even symmetric and odd symmetric characteristic in the horizontal and vertical directions, and the four components are transformed to coefficients corresponding to (NXN) frequency components, respectively by an orthogonal transformation circuit 8. In such a way, the encoding efficiency can be improved by using the correlation between the transform coefficients of the blocks.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平2-200082

⑬ Int. Cl.³

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)8月8日

H 04 N 7/133

Z

6357-5C

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全6頁)

⑮ 発明の名称 画像符号化装置

⑯ 特 願 平1-17608

⑰ 出 願 平1(1989)1月30日

⑱ 発 明 者 井 沢 裕 司 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

⑲ 発 明 者 滝 沢 正 明 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

⑳ 発 明 者 木 村 淳 一 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

㉑ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉒ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

要 約

1. 発明の名称

画像符号化装置

2. 特許請求の範囲

1. サンプリングされた画像信号をブロックに分割し、前記ブロックに属する信号を線形変換の手法により係数に変換したあと伝送、もしくは記録・再生する画像符号化装置であつて、水平・垂直方向に接続する縦横2ブロック、計4ブロックからなる拡大ブロックの信号から、水平・垂直方向の偶・偶、偶・奇、奇・偶および奇・奇対称成分を求め、これらの成分に応じて、異なる線形変換を行なうことを特徴とする画像符号化装置。

2. 特許請求の範囲第1項記載の画像符号化装置において、前記偶対称成分には、離散コサイン変換、前記奇対称成分には、離散サイン変換を行なうことを特徴とする画像符号化装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、動画像の伝送・記録や静止画ファイル等において画像の高次元の符号化を実現する画像符号化装置に関するものである。

(従来の技術)

従来の画像符号化装置に用いられる符号化方式のなかで、最も標準的な方式として直交変換とブロック符号化を組み合わせた方式がある。(例えば、吹抜敬彦著「画像のデジタル信号処理」、日刊工業新聞社刊)

この方式は、ブロック内の信号を2次元の高次元成分に変換した場合に、次数の低いもの(平均値に相当する直流項)の近くに電力が集中することを利用したものである。直交変換の手法としてはDCT(ディスクリート コサイン トランスフォーム; Discrete Cosine Transform)が一般的であり、動画像符号化の国際規格標準化の候補にもなっている。

この動画像符号化では、64 kb/sの整数倍に伝送レートが定められている。とくに低ビットレートの場合、各ブロックの制御コードの全体に

特開平2-200082 (2)

占める割合も無視できなくなるため、上記の標準化策では、縦横2ブロック計4ブロックからなるマクロブロックを定義している。

制御コードには、例えばフレーム間の差分の有無を示す有効／無効の判定ビットや、動き補償フレーム間符号化における動きベクトル等があり、これらは上記のマクロブロック単位に伝送することになっている。

(発明が解決しようとする課題)

しかしながら、従来の手法ではマクロブロックに属する各ブロックはそれぞれ独立に離散コサイン変換されており、これらのブロックの変換係数の間の相関が利用されていなかった。

本発明の目的は、これらの変換係数の間に残されている相関を利用することにより、符号化効率を一般と改善した画像符号化装置を実現することにある。

また、本発明の他の目的は、上記のマクロブロック内の離散成分(ブロック間)を軽減し、画質が一般と改善された符号化装置を提供することにある。

され易くなっていることによるものである。

(実施例)

以下、本発明の第1の実施例について第1図、第2図および、第3図を用いて説明する。

第1図は、動画画像符号化装置のブロック符号化部の構成を示すブロック図である。

TVカメラ1の信号は、A/D変換器2により、デジタル信号化され、フレームメモリ3に取り込まれる。このメモリの内容は、第2図に示すような $2N \times 2N$ 画素からなるマクロブロックを単位として切り出され、伝送済みのフレームの内容に近いマクロブロックとの差分が、減算器4により計算される。ここでフレームメモリ5には、伝送済みのフレームの内容が書き込まれており、動き補償回路6により、上記ブロックの動き量の相関が行なわれる。なお、この動き量は、動きベクトルとして別途符号化されて伝送される。

減算器4の出力は、対称成分変換器7によつて水平・垂直方向の偶対称・奇対称性に基づく4つの成分に変換される。この変換の詳細は、第3図

ある。

(課題を解決するための手段)

本装置では、上記の目的を達成するため、前記マクロブロックの信号から、水平・垂直方向の偶・偶、偶・奇、奇・偶および奇・奇対称成分を求め、これらの成分に応じて、異なる離散変換、たとえば前記偶対称成分には、離散コサイン変換(DCT)、前記奇対称成分には、離散サイン変換(DST)を行なっている。

(作用)

これは、偶周期の半周期にあたる原信号については、離散サイン変換より離散コサイン変換が、また奇周期の半周期にあたる原信号については、離散コサイン変換より離散サイン変換の方が、特定の係数に対する電力の集中度が高くなるという性質によるものである。(この関係については、実施例の中で述べる。)

また、4ブロックからなる原画像を、ブロック間にまたがる偶・奇周期の重ね合わせで表現したことにより、本質的にブロック間の連続性がみ

をもとに伝送する。

この4成分はすべて $N \times N$ のマトリクスで表わすことができ、直交変換回路8により、それぞれ $N \times N$ の周波数成分に対応する係数に変換される。

なお、これらの変換に用いられる変換マトリクスは、その偶対称・奇対称性によって、個別に係数メモリ9から読み出される。

直交変換回路8の出力は、それぞれ量子化回路10を経由したのち、エントロピー符号器11により、可変長符号に変換され、伝送路12に送り出される。

一方、量子化回路10の出力は、逆量子化回路13、逆直交変換回路14、対称成分逆変換回路15により、フレーム間の差分信号に変換される。

この信号は加算器16により、動き補償された前フレームの内容と加算されて、フレームメモリ5に書き込まれる。フレームメモリ5、動き補償回路6、加算器16で構成されるループは、受信側のループに対応しており、受信した画像を復元していることになる。

特開平2-200082 (3)

一方の受信側では、伝送路12より送られた可変長符号が、エントロピー符号器17、逆量子化回路18、逆直交変換回路19、対称成分逆変換回路20、および係数メモリ21により、フレーム間差分信号に逆変換される。この信号は、上記送信側のフレーム間差分信号と同じものであり、動画像補償回路23により補正されたフレームメモリ22の内容が加算器21で加算される。この信号は新たなフレーム信号として、フレームメモリ22に書き込まれるとともに、D/A変換器24によりアナログ信号に変換され、モニタ25に表示される。

次に、対称成分変換器7、および直交変換回路8で行われる変換の詳細について、第2図および第3図を用いて説明する。

第2図は、拡大ブロックとその対称性の関係、第3図は、水平・垂直方向の偶対称・奇対称性により分類される G_{ee} 、 G_{oo} 、 G_{eo} 、 G_{oe} の4成分について示したものである。

2次元の対称性について述べるまえに、1次元

の例について簡単に補足する。

一般に、 $2N$ 個の実数列 $X(i)$ ($i = -(N-1), \dots, 0, 1, \dots, N$)は、 $i = 1/2$ について対称な偶対称数値列 $X_e(i)$ と奇対称数値列 $X_o(i)$ の和で表わすことができる。すなわち、次式が成り立つ。

$$X(i) = X_e(i) + X_o(i) \\ (i = -(N-1), \dots, 0, 1, \dots, N)$$

ここで次の関係がある。

$$X_e(i) = 1/2 [X(i) + X(i-1)] \\ X_o(i) = 1/2 [X(i) - X(i-1)]$$

これを、マトリクスを用いて次のように表すことができる。

$$\begin{bmatrix} X_e(i) \\ X_o(i) \end{bmatrix} = 1/2 \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X(i) \\ X(i-1) \end{bmatrix}$$

ここで、右辺のマトリクスは2次のアダマール行列である。

以上の考えを容易に2次元に拡張することができる。

1ブロックが $N \times N$ 画素のとき、縦・横2プロ

ック、 $2N \times 2N$ 画素からなるマクロブロック $D(m, n)$ ($m, n = -(N-1), \dots, 0, 1, \dots, N$)を第2図のように定義する。このとき、対称性は $m = 1/2$ 、 $n = 1/2$ である。

2次元の任意の実数列に関しても、第1表に示すような水平・垂直方向の偶対称成分と奇対称成分の和で表わすことが可能である。

第1表 2次元数値列の偶対称・奇対称成分

| | | 水 平 | |
|-----|-----------|----------------|----------------|
| | | 偶対称成分 | 奇対称成分 |
| 直 流 | 対 称 成 分 | $G_{ee}(m, n)$ | $G_{oo}(m, n)$ |
| | 奇 対 称 成 分 | $G_{eo}(m, n)$ | $G_{oe}(m, n)$ |

すなわち、次式が成立する。

$$D(m, n) = G_{ee}(m, n) + G_{oo}(m, n) \\ + G_{eo}(m, n) + G_{oe}(m, n) \\ (m, n = -(N-1), \dots, 0, 1, \dots, N)$$

このとき、次の関係式が成り立つ。

$$\begin{bmatrix} G_{ee}(m, n) \\ G_{oo}(m, n) \\ G_{eo}(m, n) \\ G_{oe}(m, n) \end{bmatrix} = 1/2 \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} D(m, n) \\ D(1-m, n) \\ D(m, 1-n) \\ D(1-m, 1-n) \end{bmatrix}$$

$$(m, n = 1, 2, \dots, N-1)$$

ここで、右辺のマトリクスは、4次のアダマール行列であり、逆行列が転置行列に等しいため、ユニタリ行列となる。

なお、偶対称・奇対称成分について次の関係式が成り立つ。

$$(1) \text{ 水平方向} \\ G_{ee}(m, n) = G_{ee}(1-m, n) \\ G_{eo}(m, n) = -G_{eo}(1-m, n) \\ G_{oe}(m, n) = G_{oe}(1-m, n)$$

特開平2-200082 (4)

$$G_{oo}(m, n) = -G_{oo}(1-m, n)$$

$$(m = 1, 2, \dots, N-1)$$

$$(n = -(N-1), \dots, 0, 1, \dots, N)$$

(2) 垂直方向

$$G_{oe}(m, n) = G_{oe}(m, 1-n)$$

$$G_{oe}(m, n) = G_{oe}(m, 1-n)$$

$$G_{eo}(m, n) = -G_{eo}(m, 1-n)$$

$$G_{eo}(m, n) = -G_{eo}(m, 1-n)$$

$$(m = -(N-1), \dots, 0, 1, \dots, N)$$

$$(n = 1, 2, \dots, N-1)$$

本発明では、原画像 $D(m, n)$ を直接 DCT するのではなく、上記の4成分についてそれぞれ次のような変換を施す。

$$[C_{oe}] = [T] \cdot [G_{oe}] \cdot [T]$$

$$[C_{oe}] = [T] \cdot [G_{oe}] \cdot [S]$$

$$[C_{eo}] = [S] \cdot [G_{eo}] \cdot [T]$$

$$[C_{eo}] = [S] \cdot [G_{eo}] \cdot [S]$$

ここで $[T]$ および $[S]$ は、DCT、DST マトリクスであり、それぞれ次のようになる。

$$T_{ij} = \sqrt{2/n} \cdot K_i \cdot \cos[(i-1/2)(j-1/2)\pi/n]$$

$$(i, j = 1, 2, \dots, n)$$

$$i = 1 \text{ のとき } K_i = 1/\sqrt{2}$$

$$i \neq 1 \text{ のとき } K_i = 1$$

$$S_{ij} = \sqrt{2/n} \cdot \sin[(i-1/2)(j-1/2)\pi/n]$$

$$(i, j = 1, 2, \dots, n)$$

次に、偶対称成分はDCT、奇対称成分はDSTがされていることを、第4図を用いて定性的に説明する。

DCTは、与えられたN個の入力信号から同相(a)のような離散を用いて、その2倍の周期をもつ偶関数を生じ、これをフーリエ級数に展開したときのコサインの係数に等価である。このとき、その対称性からサインの項はすべて0となり、サンプリングの1/2以上の周波数成分があらかじめ除去されているという仮定により、N/2次以上のコサインの項も0となる。

この結果、N個の入力離散信号は、直流を含むN個の周波数成分に変換されていることになる。

このようにDCTは、鏡像を用いて、任意の入力から滑らかに接続する周期関数を生じしている。

したがって、DFT(入力を周期関数とみなす)の場合に発生する、境界部の不連続に起因する周波数成分の漏れがDCTでは解決されている。

これより、DCTに関し次の性質が成り立つことがわかる。

1) マクロブロックに関し偶対称となる成分は、上記の偶関数と等価になる。

2) マクロブロックに関し奇対称となる成分は、鏡像により第4図(b)のように偶関数化される。したがって、本来低い周波数成分を有する入力であっても、中央付近の凹(凸)部の影響により、コサインの高周波成分があらわれる。

(この成分は、符号化効率の低下をもたらす。)

上記の説明の偶関数の部分を奇関数とし、コサインをサインとすることにより、DSTについても同様の性質が見いだされる。

以上の説明から、マクロブロックに関し奇対称となる成分は、コサインの重ね合わせで表現するDCTより、サインの重ね合わせのDSTで表わした方が、特定の係数に対する歪み度が良く、符

号化効率も改善されることがわかる。

同様に、マクロブロックに関し偶対称となる成分は、DSTより、DCTの方が有利となる。

第5図は本手法と、従来の手法すなわち、マクロブロック内の4ブロックについて、個別にDCTを行なった場合の符号化特性を比較したものである。

0.3ビット/画素で3dB、0.6ビット/画素で約1dB、1ビット/画素以上で0.5dB程度の改善効果が得られている。

これは、本手法により、ブロック間の相関(一般の画像では、ブロック境界が滑らかに接続していることが多い)が利用されたことによる改善と考えられる。

なお、マクロブロック内における各ブロック間の段差成分(ブロック歪)も本手法により軽減されており、特にS/Nが低い場合ほど歪みの改善効果は顕著となる。

これは、本手法がマクロブロック内の4ブロックの内容を、その境界で滑らかに接続するコサイ

特開平2-200082 (5)

ンとサインの両面の重ね合わせとして表現していることによるものである。

なお、本実施例では、直交変換としてDCTとDSTを用いた説明を行なったが、他の変換、例えばKLT(カルネン・レーブ)変換、アダマール変換等を用いても、同様の効果を得ることができる。

また、動画以外の応用、例えば静止画の符号化や、あらゆる多次元情報の符号化に適用可能なことは明かである。

〔発明の効果〕

このように、本発明によれば、画像の符号化において、マクロブロックに属する各ブロックの直交変換間の残されている相関を利用することにより、符号化効率を大幅に改善することが可能になる。

さらに上記ブロック間の残差成分(ブロック間)が軽減され、実質的にも改善することができる。

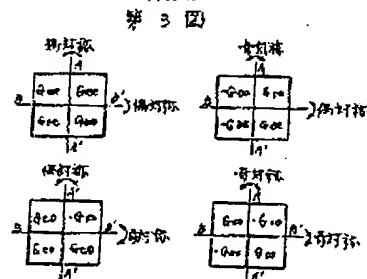
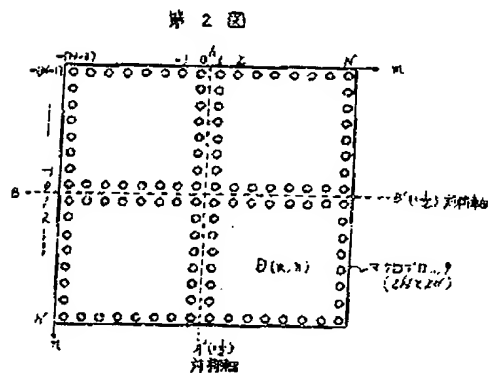
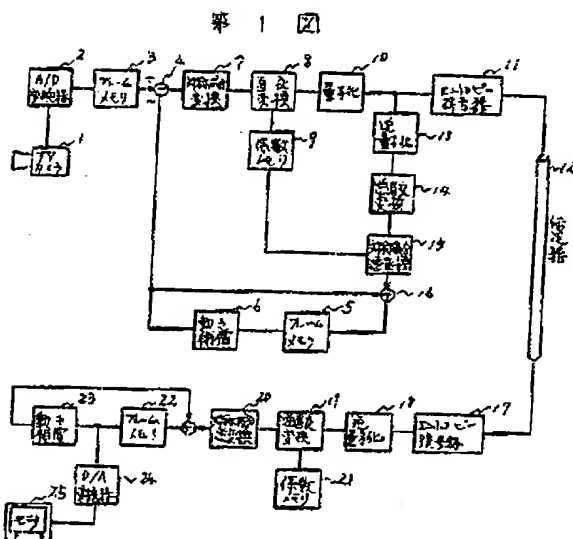
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の1実施例の符号化装置のブロック構成図。第2図はマクロブロックとその対称

軸との関係を示す概念図、第3図は水平・垂直方向の偶対称・奇対称成分と、マクロブロックとの関係を示す概念図。第4図は1次元DCTとその残差の関係を示す概念図。第5図は本発明の実施例による符号化効率の改善効果を示す特性図である。

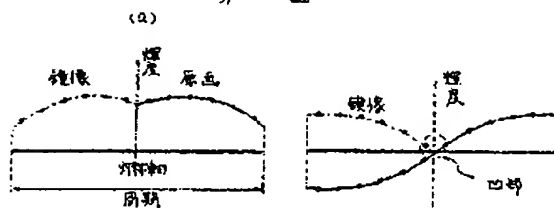
1…TVカメラ、2…A/D変換器、3…フレームメモリ、4…減算器、5…フレームメモリ、6…動き補償回路、7…対称成分検出器、8…直交変換回路、9…係数メモリ、10…量子化回路、11…エン트로ピー符号器、12…伝送路、13…逆量子化回路、14…逆直交変換回路、15…対称成分逆変換回路、16…加算器、17…エン트로ピー復号器、18…逆量子化回路、19…逆直交変換回路、20…対称成分逆変換回路、21…係数メモリ、22…フレームメモリ、23…動き補償回路、24…モニタテレビ。

代理人 井原士 小川勝典



特開平2-206082 (B)

第 4 図



第 5 図

